

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Ni
is opt'

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-054739

(43)Date of publication of application : 23.02.1990

(51)Int. Cl.

C22C 38/28

C22C 38/00

C22C 38/50

F16C 33/06

(21)Application number : 63-203602

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 16.08.1988

(72)Inventor : NAKAMURA MORIFUMI
MATSUSHIMA YOSHITAKE

(54) BEARING STEEL HAVING EXCELLENT WORKABILITY

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the title steel having excellent rolling fatigue characteristics and workability without requiring spheroidizing annealing by reducing the Ti and O content in a Cr-contg. medium-high carbon bearing steel and furthermore reducing the content of Al₂O₃ and TiN.

CONSTITUTION: As a bearing steel, a steel material contg., by weight, 0.45 to 0.70% C, 0.10 to 2.0% Si, 0.20 to 2.0% Mn, <0.015% P, <0.015% S, <2.0% Cr, 0.015 to 0.060% Al, 0.003 to 0.020% N, <0.0020% Ti and <0.0015% O or furthermore contg. one or more kinds among <2.0% Ni, <1.0% Mo, <1.0% Cu, 0.01 to 0.30% V and 0.01 to 0.30% Nb is used. By the reduction of the Ti and O content, the rolling fatigue characteristics are improved, and, by regulating the content of Ti, N and Al₂O₃ to the one or below of a conventional high-carbon Cr bearing steel, the bearing alloy having excellent machinability and cold workability without requiring spheroidizing annealing can be obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

C PA I— I— CI
 Si PA I— I— CI
 Mn I— I— PA CI
 P I— I— PA CI
 S I— I— PA CI
 Cr I— I— PA CI
 Ni I— I— PA CI
 Al I— I— PA CI
 Ti I— I— PA CI
 O I— I— PA CI
 N I— I— PA CI
 Fe bal

⑫ 公開特許公報(A)

平2-54739

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 平成2年(1990)2月23日

C 22 C 38/28
38/00
38/50
F 16 C 33/06

3 0 1 Z

7047-4K

6814-3J

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑰ 発明の名称 加工性に優れた軸受用鋼

⑱ 特 願 昭63-203602

⑲ 出 願 昭63(1988)8月16日

⑳ 発 明 者 中 村 守 文 兵庫県加古川市野口町北野89-29

㉑ 発 明 者 松 島 義 武 兵庫県神戸市西区狩場台2丁目13-18

㉒ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

㉓ 代 理 人 弁理士 丸 木 良 久

明 細 書

1. 発明の名称

加工性に優れた軸受用鋼

2. 特許請求の範囲

- (1) C 0.45~0.70wt%、Si 0.10~2.0wt%、
Mn 0.20~2.0wt%、P 0.015wt%以下、
S 0.015wt%以下、Cr 2.0wt%以下、
Al 0.015~0.060wt%、
N 0.003~0.020wt%、Ti 0.0020wt%以下、
O 0.0015wt%以下

を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる
ことを特徴とする加工性に優れた軸受用鋼。

- (2) C 0.45~0.70wt%、Si 0.10~2.0wt%、
Mn 0.20~2.0wt%、P 0.015wt%以下、
S 0.015wt%以下、Cr 2.0wt%以下、
Al 0.015~0.060wt%、
N 0.003~0.020wt%、Ti 0.0020wt%以下、
O 0.0015wt%以下

を含有し、さらに、

Ni 2.0wt%以下、Mo 1.0wt%以下、

Cu 1.0wt%以下、V 0.01~0.30wt%、

Nb 0.01~0.30wt%

の内から選んだ1種または2種以上

を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる
ことを特徴とする加工性に優れた軸受用鋼。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は加工性に優れた軸受用鋼に関し、さらに詳しくは、軸受の素材として広く使用されている高炭素クロム軸受鋼と同等の特性を有し、かつ、切削性および冷間加工性、温間加工性に優れ、さらに、切削加工や冷間加工、温間加工前に行なわれている球状化焼鈍処理を簡略化したりまたは省略することが可能な加工性に優れた軸受用鋼に関するものである。

[従来技術]

従来、軸受部品はJIS G 4805に規定されているSUJ2に代表される高炭素クロム軸受鋼を素材とし、球状化焼鈍を行なった後、切削加工や冷間加工、温間加工を行ない軸受部品に成形

加工し、その後、焼入れ、焼戻し処理をして組織を数%の球状炭化物と数%の残留オーステナイトおよび残りがマルテンサイトになるように調整して、転動疲労性や耐摩耗性、寸法安定性等軸受に要求される特性を確保してきている。

しかし、近年になって、切削加工法によって成形加工されていた軸受部品が、鋼材の歩留り向上を狙って、従来に比してさらに複雑な形状にまで冷間加工、温間加工を行なって成形加工されるようになってきている。

この場合、従来の高炭素クロム軸受鋼を使用すると加工性に問題があり、加工時に割れが発生することがあり、また、切削加工の分野においても工具材質が改善されて、より高速に切削される傾向にあるが、この時も、従来の高炭素クロム軸受鋼では工具寿命が低下し、切削性の面で問題がある。

さらに、軸受部品の成形加工前には球状化焼鈍処理が必ず行なわれているが、この処理は加工性の改善を図ると共に、軸受部品として転動疲労性

を行ない、検討を重ねた結果、従来の高炭素クロム軸受鋼と同等の軸受特性を有し、転動疲労性等の軸受特性および切削性、冷間加工性および温間加工性の改善を図ると共に、球状化焼鈍を簡略化または省略しても、切削性、冷間加工性、温間加工性が高炭素クロム軸受鋼と同等とするために、鋼の含有成分および含有割合を調整して、軸受部品として最も重要である転動疲労性が優れた加工性に富む軸受用鋼を開発したのである。

[課題を解決するための手段]

本発明に係る加工性に優れた軸受用鋼は、

- (1) C 0.45~0.70wt%、Si 0.10~2.0wt%、
Mn 0.20~2.0wt%、P 0.015wt%以下、
S 0.015wt%以下、Cr 2.0wt%以下、
Al 0.015~0.060wt%、
N 0.003~0.020wt%、Ti 0.0020wt%以下、
O 0.0015wt%以下

を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなることを特徴とする加工性に優れた軸受用鋼を第1の発明とし、

等の特性を確保するために、焼入れ、焼戻し後に残留する球状炭化物が微細、かつ、均一に分散するように制御するために行なうものである。

しかし、球状化焼鈍はその処理に長時間を要することから、省エネルギー、部品の製造コストの低減のために、焼鈍を簡略化または省略したい等の要望がある。

これらの要望に対して、特開昭60-194047号公報に記載されているような、耐久寿命、冷間加工性に優れた高品質の軸受鋼が提案されているが、球状化焼鈍を省略または簡略化した場合、切削性、冷間加工性、温間加工性および転動疲労性が低下することは否めず、従って、球状化焼鈍を行なった高炭素クロム軸受鋼と同等の特性を持ち、さらに、球状化焼鈍処理を簡略化したり、また、省略しても加工性が低下しない軸受鋼が強く望まれているのである。

[発明が解決しようとする課題]

本発明は上記に説明した従来の高炭素クロム軸受鋼の種々の問題点に鑑み、本発明者が鋭意研究

- (2) C 0.45~0.70wt%、Si 0.10~2.0wt%、
Mn 0.20~2.0wt%、P 0.015wt%以下、
S 0.015wt%以下、Cr 2.0wt%以下、
Al 0.015~0.060wt%、
N 0.003~0.020wt%、Ti 0.0020wt%以下、
O 0.0015wt%以下

を含有し、さらに、

- Ni 2.0wt%以下、Mo 1.0wt%以下、
Cu 1.0wt%以下、V 0.01~0.30wt%、
Nb 0.01~0.30wt%

の内から選んだ1種または2種以上

を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなることを特徴とする加工性に優れた軸受用鋼を第2の発明とする2つの発明よりなるものである。

本発明に係る加工性に優れた軸受用鋼について、以下詳細に説明する。

本発明に係る加工性に優れた軸受用鋼においては、転動疲労性を改善するためO、Tiの含有量を極力低くして転動疲労性に悪影響をおよぼすAl₂O₃およびTiNの含有量を高炭素クロム軸受

鋼と同等以下となるようにし、かつ、焼入れ、焼戻し後の硬さがHRC 58を満足する範囲内で組織をマルテンサイトと数%の残留オーステナイトに調整することによって、高炭素クロム軸受鋼と同等の転動疲労性が得られることを知見した。

このことは、焼入れ、焼戻し後、球状化炭化物を残留させなくても、充分な転動疲労性が得られ、かつ、素材のC含有量を低減することを意味し、上記の条件を満足する焼入れ、焼戻し材について転動疲労性以外の耐摩耗性、寸法安定性等の軸受特性を調査したところ、従来の高炭素クロム軸受鋼と同等であることが判明した。

このような、鋼材において、球状化焼鈍および焼ならし処理を行ない、切削性、冷間加工性、温間加工性を調査したところ、球状化焼鈍材については高炭素クロム軸受鋼に比べて、切削性、冷間加工性および温間加工性が改善されており、焼ならし材については球状化焼鈍を行なった高炭素クロム軸受鋼と同等であり、即ち、切削性についてはC含有量を減少させて切削抵抗を低くし、O含

抗性を向上させる元素であり、含有量が0.10wt%未満ではこの効果は少なく、また、2.0wt%を越えて含有されると切削性、冷間加工性および温間加工性が著しく低下し、焼入れ時に生成した残留オーステナイトが焼戻し時に分解し難くし、残留オーステナイトが多量に残るため寸法安定性が低下する。よって、Si含有量は0.10~2.0wt%とする。

Mnは脱酸、脱硫元素であり、焼入れ性を向上させる元素であり、含有量が0.20wt%未満ではこのような効果は期待できず、また、2.0wt%を越えて含有されてもそれ以上の効果は少なく、切削性、冷間加工性が低下する。よって、Mn含有量は0.20~2.0wt%とする。

Pは靱性を低下させる元素であるから、このP含有量は極力低減させる必要があり、従って、P含有量は0.015wt%以下とする。

量を減少させることによって Al_2O_3 による工具摩耗が抑えることができ、また、冷間加工性および温間加工性については、C含有量を減少させて冷間加工時の変形抵抗を低くし、冷間加工時および温間加工時の変形能を向上させ、さらに、O含有量を減少させることによって、冷間加工時および温間加工時の割れの起点となる Al_2O_3 の生成量を抑制することができるのである。

本発明に係る加工性に優れた軸受用鋼の含有成分および含有割合について説明する。

Cは焼入れ、焼戻し後の硬さがHRC 58以上を確保して、転動疲労性等の軸受特性を得るのに必須の元素であり、含有量が0.45wt%未満ではこのような効果は期待できず、また、0.70wt%を越えて含有されると切削性、冷間加工性、温間加工性が低下し、焼入れ、焼戻し後に残留オーステナイト量が増加し、軸受として使用中に残留オーステナイトの分解による寸法の変化が顕著となる。よって、C含有量は0.45~0.70wt%とする。

Siは脱酸の他に焼入れ性および焼戻し軟化抵

Sは殆どが鋼中においてMnSの形で含有されており、切削性を向上させる元素であり、O含有量が少ない場合には転動疲労性を低くし、また、冷間加工性、温間加工性にも悪影響を及ぼす。よって、これらの点を考慮してS含有量は0.015wt%とする。

Crは焼入れ性を向上させる元素であり、含有量が2.0wt%を越えて含有されると切削性、冷間加工性および温間加工性を低下させる。よって、Cr含有量は2.0wt%以下とする。

Alは脱酸と結晶粒の微細化に有効な元素であり、含有量が0.015wt%未満ではこのような効果は少なく、また、0.060wt%を越えて含有されると結晶粒の微細化効果は飽和してしまい、さらに多く含有されると逆に結晶粒が成長し易くなる。よって、Al含有量は0.015~0.060wt%とする。

NはAlおよびV等に結合して窒化物を生成し、結晶粒を微細化して鋼の強靱化を図る元素であり、含有量が0.003wt%未満ではこのような効果は少なく、また、0.020wt%を越えて含有されると冷

間加工性および温間加工性を低下させる。よって、N含有量は0.003~0.020wt%とする。

TiはNと結合して粗大なTiNを生成し、転動疲労性、冷間加工性、温間加工性を低下させる元素であり、そのためTi含有量は極力低くする必要がある。よって、Ti含有量は0.0020wt%以下とする。

OはAl、Si等と結合して鋼中において酸化物系介在物を生成する元素であり、鋼中における含有量が多くなると転動疲労性を低下させると共に、切削性、冷間加工性および温間加工性に悪影響をおよぼすので、O含有量は極力低減する必要がある。よって、O含有量は0.0015wt%とする。

Ni、Moは共に焼入れ性を増加させる元素であり、質量の大きな部品における焼入れ、焼戻し処理を容易にする元素であり、Ni含有量が2.0wt%およびMo含有量が1.0wt%をそれぞれ越えると、切削性、冷間加工性および温間加工性を低下させ、さらに、焼入れ、焼戻し後に残留オーステナイトが多量に発生し、寸法安定性が劣化する。

に係る加工性に優れた軸受用鋼1~4および比較鋼5~10に適用する鋼を、小型真空炉において溶製した。

比較鋼10はJISのSUJ2であり、铸造後1200℃×20時間の条件でソーキング処理を行ない、巨大炭化物の拡散消失処理を行なった。

これらの鋼を熱間鍛造によりφ60mm、φ80mm、φ25mmの丸棒に鍛伸し、以下に示す条件により各々A：球状化焼鈍、S：焼なまし、C：焼ならしを行なった。

A：760℃×2時間→680℃まで炉冷、

その後、空冷

B：850℃×1時間→炉冷

C：850℃×1時間→炉冷

直径80mmの丸棒については、以下に示す条件により、超硬工具による旋削試験を行なって、切削性を評価した。

使用工具：P10

切削速度：150m/min

送り：0.25mm/rev

よって、Ni含有量は2.0wt%以下、Mo含有量は1.0wt%以下とする。

Cuは焼入れ性、耐蝕性を増加させる元素であり、かつ、時効硬化によって耐摩耗性を向上させる元素であり、含有量が1.0wt%を越えて含有されると赤熱脆性を助長して熱間加工時に割れが発生する。よって、Cu含有量は1.0wt%とする。

V、Nbは鋼中のC、Nと結合して炭窒化物を生成し、結晶粒を微細化して転動疲労寿命を向上させ、靱性を増大させる元素であり、そのために、V含有量とNb含有量は0.01wt%未満ではこのような効果は少なく、0.30wt%を越えて含有されると結晶粒の微細化効果の増大が認められない。よって、V含有量は0.01~0.30wt%およびNb 0.01~0.30wt%とする。

[実施例]

本発明に係る加工性に優れた軸受用鋼の実施例を説明する。

実施例

第1表に示す含有成分および含有割合の本発明

切込み：1.5mm

切削油：無し(乾式)

工具寿命基準：VB=0.2mm

直径25mmの丸棒については、第1図に示す試験片に機械加工し、冷間加工性および温間加工性を評価した。第1図(a)は試験片の平面図と側面図で、第1図(b)は第1図(a)のA部分の拡大図である。Dは20mm、Hは30mm。

冷間加工性および温間加工性のうち、変形抵抗については、切欠きをつけていない試験片(V=0mm)を用いて、各々25℃、700℃の温度において圧縮率60%の条件で拘束圧縮変形させた時の変形抵抗により評価した。また、冷間加工性および温間加工性のうち変形能については、切欠きをつけた試験片(V=0.3mm)を用いて、各々25℃、700℃の温度で圧縮率2.5%ずつ変化させて、拘束圧縮変形を加え、割れの発生が認められる最低の圧縮率(割れ限界圧縮率)により評価した。

さらに、各鋼の転動疲労性を評価するため、機

断面より直径60mm、厚さ5mmの円板を切り出し、直径65mmの丸棒を850℃×1時間/油冷(鋼10のみ830℃×1時間/油冷)、150℃×2時間/空冷の条件により、焼入れ、焼戻し処理を行なって、ラッピング加工した後、面圧500kgf/mm²の条件で転動疲労試験を実施した。

これら試験片の転動疲労性、切削性、冷間加工性、温間加工性についての試験結果について第2表に示す。なお、転動疲労性については、鋼10のB₁₀(10%累積破損率)、B₅₀(50%累積破損率)を1とした時の指数で示したものである。

この第2表の結果から以下説明することが明らかである。

即ち、本発明に係る加工性に優れた軸受用鋼No.1~No.4は加工前の熱処理法の種類に関係なく、何れの場合においても転動疲労性はNo.10のS U J 2と同等であり、また、切削性、冷間加工性、温間加工性は加工前に球状化焼鈍を行なった場合にS U J 2より優れており、焼きなまし処理、焼きならし処理を行なった場合にはS U

J 2と同等である。

また、C含有量の少ないNo.5は、加工前の熱処理の種類に拘わらず切削性、冷間加工性、温間加工性ともにS U J 2と同等以上であるが、軸受部品としての最も重要である転動疲労性はS U J 2より劣っている。

そして、C含有量の多いNo.6は加工前の熱処理の種類に拘わらず転動疲労性はS U J 2と略同等であるが、切削性、冷間加工性、温間加工性とも焼きなまし処理、焼きならし処理を行なった場合にはS U J 2より低く、球状化焼鈍を行なった場合にはS U J 2と同等になる。

また、S含有量の多いNo.7については、切削性の面ではS U J 2より優れているが、転動疲労性と冷間加工および温間加工時の変形能の点でS U J 2より劣っている。

さらに、Ti含有量とO含有量の多いNo.8、No.9は何れも転動疲労性、切削性、冷間加工性、温間加工性は共にS U J 2以下である。

第 1 表

分類	No	化 学 成 分 (wt%)											
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	N	Ti	O	その他	Fe
本 発 明 鋼	1	0.62	0.26	0.46	0.009	0.005	1.06	0.024	0.006	0.0008	0.0007	-	残 部
	2	0.61	0.24	1.26	0.008	0.005	0.31	0.023	0.006	0.0010	0.0006	-	"
	3	0.52	0.25	0.43	0.012	0.006	0.99	0.021	0.009	0.0011	0.0009	Ni 1.72	"
	4	0.65	0.23	0.39	0.009	0.008	1.03	0.026	0.007	0.0009	0.0008	V 0.096	"
比 較 鋼	5	0.41	0.25	0.40	0.013	0.004	1.01	0.031	0.008	0.0008	0.0006	-	"
	6	0.82	0.21	0.42	0.010	0.006	1.04	0.026	0.007	0.0010	0.0010	-	"
	7	0.58	0.28	0.45	0.008	0.028	1.03	0.020	0.006	0.0014	0.0008	-	"
	8	0.60	0.24	0.44	0.009	0.008	1.02	0.034	0.006	0.0035	0.0008	-	"
	9	0.61	0.25	0.44	0.010	0.006	0.97	0.030	0.008	0.0007	0.0024	-	"
	10	1.02	0.23	0.43	0.010	0.007	1.48	0.026	0.007	0.0011	0.0009	-	"

第 2 表

分類	供試材 No	加工前 の熱処 理	転動疲労寿命		切削性	冷間加工性		温間加工性	
			B ₁₀	B ₅₀	超硬工具寿命 (min)	変形抵抗 (kgf/mm ²)	割れ限界圧縮率 (%)	変形抵抗 (kgf/mm ²)	割れ限界圧縮率 (%)
本 発 明 鋼	1	A	0.94	1.07	41	70	47.5	25	52.5
		B	0.98	1.11	30	77	42.5	27	45
		C	1.04	1.03	25	85	37.5	30	40
	2	A	1.21	1.18	32	68	45	26	50
		B	1.14	1.06	28	74	40	26	45
		C	1.30	0.99	17	82	35	32	37.5
	3	A	0.91	0.94	31	75	42.5	28	42.5
	4	A	1.36	1.51	58	80	40	30	40
比 較 鋼	5	A	0.64	0.52	65	64	52.5	24	57.5
		B	0.55	0.73	34	72	45	25	50
		C	0.48	0.62	26	82	42.5	29	45
	6	A	0.92	0.88	22	81	37.5	28	42.5
		B	0.98	0.95	14	84	32.5	33	35
		C	0.93	1.08	6	93	25	36	32.5
	7	A	0.88	0.81	48	86	22.5	31	35
	8	A	0.74	0.77	19	78	30	26	37.5
	9	A	0.65	0.70	11	79	27.5	27	35
	10	A	1	1	20	82	35	28	40

[発明の効果]

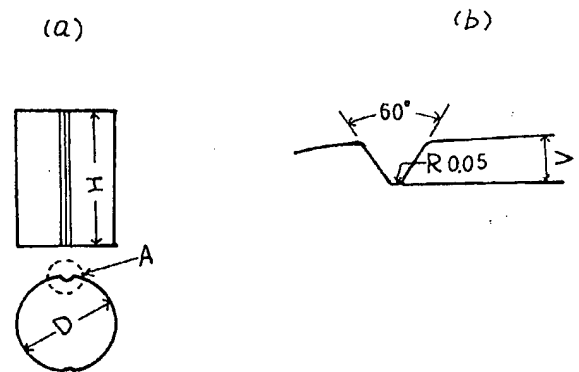
以上説明したように、本発明に係る加工性に優れた軸受用鋼は上記の構成を有しているものであるから、軸受として最も重要な特性である転動疲労性に極めて優れており、さらに、切削性、冷間加工性および温間加工性にも優れているという効

果を有しているものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る加工性に優れた軸受用鋼の実施例における冷間加工性および温間加工性を評価するための試験片形状を示す図である。

第 1 図



特許出願人 株式会社 神戸製鋼所

代理人 弁理士 丸 木 良 久

